

Zur drahtlosen Informationsübertragung in Anlagen der Tierproduktion

Dr. W. Rosenberg, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Tierproduktion

1. Problemstellung

Die Entwicklung in Anlagen der Tierproduktion ist dadurch gekennzeichnet, daß immer mehr Teilprozesse automatisch überwacht werden. Durch den Einsatz geeigneter Sensoren und eine zielgerichtete Informationsverarbeitung gelingt es zunehmend, die Energie- und Stoffflüsse, d. h. die Prozesse der Gestaltung des Stallklimas, der Fütterung und Entsorgung, optimal zu steuern. Andererseits bieten geeignete Aufstallungsformen und eine zweckmäßige Gestaltung aller Anlagenteile viele Möglichkeiten zum rationellen Einsatz von Energie und Material [1].

Eine wesentliche Voraussetzung zur Realisierung aller dieser Maßnahmen ist die Bereitstellung von ausreichenden Informationen. Diese erfolgt über den Weg der Informationsaufnahme (z. B. Sensoren [2]), der Informationsübertragung und Informationsverarbeitung. Mit der Zunahme der Informationsmenge und dem Einbeziehen beweglicher Objekte stellt sich die Frage, wie und in welchem Umfang die bisher überwiegend eingesetzte drahtgebundene Informationsübertragung durch drahtlose Systeme ersetzt werden kann.

2. Zum Einsatz von drahtlosen Informationsübertragungseinrichtungen

In Tafel 1 sind einige Beispiele zusammengestellt, bei denen eine drahtlose Übertragung vorteilhaft oder notwendig ist. Dabei handelt es sich jeweils um betriebsmäßige Übertragung – sie ist in den technologischen Prozeß

eingeschlossen – oder um experimentelle Untersuchungen. Letztere wurden in beträchtlichem Umfang an Tieren durchgeführt. In Anlagen der Tierproduktion ist aber z. B. beim Rind nur in der Anbindehaltung eine leitungsgebundene Übertragung sinnvoll. Stehen mehrere Tiere nebeneinander, dann muß durch zusätzliche Trennwände verhindert werden, daß ein benachbartes Tier die Verbindungsleitungen zerstört. Eine wesentliche Aufgabe derartiger Messungen ist die Ermittlung von Angaben über das Verhalten des Tieres. Das ist wichtig, wenn z. B. verschiedene Aufstallungsformen miteinander verglichen werden sollen. Als eine relativ leicht erfaßbare Größe gilt der Kauschlag [3]. Mit der Häufigkeit der Kaubewegungen in einem Tageszyklus kann so eine Aussage über die Eingewöhnungsphase getroffen werden. Beispiele der Ermittlung und Übertragung der verschiedenen physiologischen Werte sind in [4] untersucht. Eine leistungsabhängige Futterdosierung setzt eine Tiererkennung voraus. Als günstigste Lösung gilt hierbei ein Verfahren der drahtlosen Übertragung geeigneter Kodezeichen (s. Abschn. 3).

Messungen an Gütern oder Stoffen der Tierproduktion können verschiedenen Zwecken dienen. Die Gestaltung des Transport- und Sortierprozesses z. B. bei Eiern bestimmt wesentlich den Umfang der Beschädigungen und Verluste. Über ein „elektronisches Ei“, das in Masse- und Abmessungen dem natürlichen Ei angeglichen ist, werden die jeweils

wirkenden Kräfte bestimmt und drahtlos zur Meßwertverarbeitung übertragen. Durch Verändern der konstruktiven Gestaltung läßt sich die günstigste Ausführung ermitteln und so z. B. der Anteil der Knickeier vermindern.

Bei der Fütterung/Tränke stellen beispielsweise die Temperatur, die Zusammensetzung usw. wichtige Informationen dar. Das trifft besonders bei langen Transportwegen oder beim Verteilen mit mobiler Technik zu. Um die Materialaufwendungen bei den Maschinen und Anlagen, z. B. bei den Standausrüstungen, zu vermindern, sind ausreichende Meßwerte über die jeweilige Beanspruchung notwendig. Die Ermittlung der auftretenden Kräfte, die von den Tieren hervorgerufen werden, bereitet oft Probleme. Innerhalb einer mehrtägigen Messung treten die entscheidenden Belastungsspitzen nur selten auf, müssen dann aber an möglichst vielen Meßstellen gleichzeitig ermittelt werden. So sind etwa 10 Meßwerte je Sekunde und Meßstelle festzuhalten. Das stellt hohe Anforderungen an die gesamte Meßeinrichtung, die nur in Verbindung mit Mikrorechnern erfüllt werden können.

Seit Jahren sind spurgeführte automatische (fahrerlose) Transportsysteme als Flurfördermittel oder als Zugmittel in verschiedenen Bereichen der Volkswirtschaft im Einsatz. Die Führung erfolgt meist durch ein im Boden verlegtes Kabel. Ein induktiver Meßfühler führt das Fahrzeug auf dem vorgegebenen Fahrkurs. Zusätzlich besteht über Induktionsspulen ein Informationsaustausch zwischen dem Fahrzeug und der stationären Anlage. Auch in Anlagen der Tierproduktion, z. B. bei Tränkeverteilfahrzeugen der Kälberaufzucht, sind derartige Systeme einsetzbar [5].

Als letztes Ziel der drahtlosen Informationsübertragung soll der Mensch betrachtet werden. Künftig kann auch in der Tierproduktion ein Teil der Fernbedienung, der Fernsteuerung oder das Auslösen von Noteinrichtungen durch den Menschen drahtlos erfolgen. Beim „Rufsystem“ erhält der Mensch ein kleines elektronisches Gerät (in der Größe eines Taschenrechners), über das er jederzeit innerhalb eines Betriebsobjekts gerufen werden kann. Über das Gerät wird ihm akustisch oder optisch mitgeteilt, welche Maßnahmen von ihm gefordert werden.

3. Zur technischen Ausführung drahtloser Übertragungseinrichtungen

In Tafel 2 sind die möglichen Träger für die drahtlose Informationsübertragung zusammengestellt. Welcher Träger für die jeweilige Aufgabe eingesetzt werden kann, richtet sich vorrangig nach der notwendigen Reichweite. Zusätzlich sind zu beachten [6]:

- zu übertragende Informationsmenge
- gleichzeitiger Betrieb mehrerer Anlagen (Selektivität)
- Aufwand
- Abmessungen
- Größe der benötigten Batterien (Betriebsdauer)

Tafel 1. Beispiele für drahtlose Informationsübertragung in Anlagen der Tierproduktion

Objekt/Ziel	Tiere	Güter/Stoffe	Anlagen/Maschinen	Mensch
Aufgabe/ Untersuchungs- gegenstand	Tierverhalten ¹⁾ tierphysiologische Werte ¹⁾ Tiererkennung ²⁾ Masse ²⁾	mechanische Beanspruchung (z. B. Eier) ¹⁾ Zusammensetzung (Futter, Tränke) ²⁾ Eigenschaften (Gülle) ²⁾ Kennwerte (Milch) ²⁾	Beanspruchung (beweglicher Anlagen- teile) ¹⁾ Steuerung (beweglicher Aus- rüstungen) ²⁾ Führung (fahrerloser Transport- mittel, Stallarbeits- maschinen) ²⁾ Notschaltungen (Havarien) ²⁾	Rufsystem ²⁾ Disponierung ²⁾ Koordinierung ²⁾ Steuerung ²⁾

1) bevorzugt experimentelle Untersuchung

2) bevorzugt betriebsmäßige Übertragung

Tafel 2. Träger für drahtlose Informationsübertragung

Träger	Anwendungsbereich	Bemerkungen
Ultraschall	bis 10 m	Störgeräusche von Maschinen
magnetisches Feld (induktiv)	bis 1 m	Einfluß von großen Eisenteilen
elektrisches Feld (kapazitiv)	nur kürzeste Entfernungen	–
sichtbares Licht	je nach Bündelung bis 100 m	großer Einfluß der Umgebungshelligkeit
infrarote Strahlung	je nach Bündelung bis zu einigen Kilometern	energetisch günstiger als sichtbares Licht
Funkwellen	je nach Leistung, Frequenz und Gestaltung der Antennen bis rd. 10 km	nur wenige verfügbare Frequenzen und begrenzte Leistungen

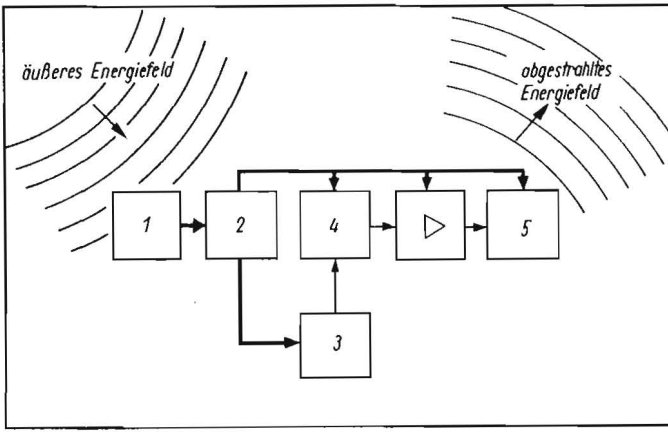


Bild 1
Prinzip eines batterie-
losen Antwortsenders
mit Modulation von
Meßwerten oder Kode-
zeichen;
1 Empfangsantenne
(Energieaufnahme),
2 Energieaufbereitung,
3 Meßwertaufnahme
oder Kodezeichen,
4 Modulator, 5 Sende-
stufe und Sende-
antenne

- mechanische Beanspruchung
 - Einfluß der Umgebung (Staub, Feuchtigkeit usw.)
 - Einhaltung gesetzlicher Bestimmungen.
- Nachstehend sollen drei Beispiele näher untersucht werden.

3.1. Funktechnische Übertragung

Für eine ungerichtete Verbindung über Entfernungen von 10 m kommen ausschließlich Funkgeräte in Betracht. Mit dem UKW-Sprechfunknetz der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft können die in Tafel 1 aufgeführten Probleme gelöst werden. Spezielle Rufsysteme arbeiten meist auf einer Frequenz von 27,12 MHz, ermöglichen jedoch eine wesentlich kleinere und einfachere Ausführung der Geräte.

Das Problem des ständigen Aufladens oder Auswechslens von Batterien kann nach Bild 1 umgangen werden. Wird ein derartiges Gerät in ein äußeres Energiefeld gebracht, so nimmt die Antenne die Energie auf und stellt sie den übrigen Baugruppen zur Verfügung. Der Sender strahlt auf einer zweiten Frequenz. Sie kann über verschiedene Möglichkeiten moduliert werden. Wird eine vorher eingegebene Pulsfolge benutzt, so kann diese z. B. für die Tiererkennung verwendet werden. Beim Wegfall des äußeren Feldes wird der Sender abgeschaltet. Derartige Geräte können außerordentlich kleine Abmessungen haben, sind andererseits aber nur für kurze Entfernungen geeignet.

3.2. Induktive Übertragung

Neben der bereits erwähnten induktiven Führung von Flurfördermitteln und der induktiven Informationsübertragung zu diesen und der stationären Anlage kann die induktive Übertragung oft vorteilhaft für Aufgaben der Meßtechnik eingesetzt werden. Im Bild 2 ist eine derartige Ausführung beschrieben, die für die Zugkraftbestimmung bei Ketten eingesetzt wurde [7, 8]. Die eigentliche Meßwertaufnahme erfolgt über Dehnmeßstreifen mit nachgeschaltetem Operationsverstärker. Mit der Spannung wird ein spannungsgesteuerter Oszillator (VCO) angesteuert, dessen Frequenz von einer Mittenfrequenz, z. B. 70 kHz, in weiten Bereichen linear dem Meßwert ausgelenkt werden kann. Die Abstrahlung erfolgt über eine Senderspule. Auf der Empfangsseite wird über eine Empfangsspule das Signal aufgenommen und einem Regelverstärker zugeführt. Nach der Demodulation liegt wiederum das analoge Meßsignal vor. Im Bild 2c ist der Zusammenhang zwischen der Spannung an der Empfangsspule und der Entfernung vom Sender bei einer speziellen Ausführung dargestellt. Die

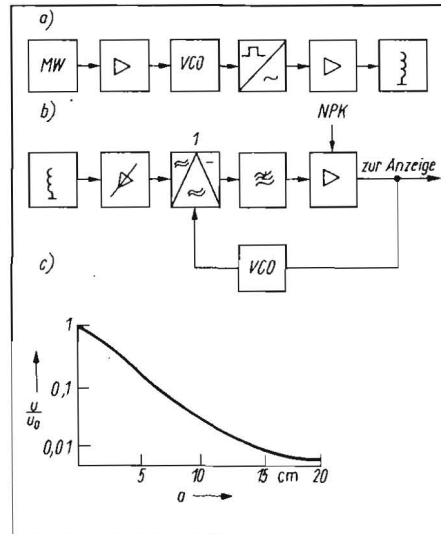


Bild 2. Induktive Sende- und Empfangseinrichtung zur Messung von Zugkräften an Ketten;
a) Sender (MW Meßwertwandler, VCO spannungsgesteuerter Oszillator)
b) Empfänger (NPK Nullpunkt korrektur, 1 Phasendiskriminator)
c) Abhängigkeit der Spannung an der Empfangsspule vom Abstand a

Reichweite wird wesentlich von Größe und Anordnung von Eisenteilen beeinflusst, die sich in der Nähe der Spulen befinden. Als maximale Reichweite ist etwa 1 m erreichbar.

3.3. Infrarote Übertragung

Infrarote Übertragung ist zwischen fahrbaren Landmaschinen im Nahfeld [6] und in Einrichtungen der Tierproduktion möglich [9], sofern ein ungehinderter Strahlen-

gang zwischen Sender- und Empfangerelement gegeben ist.

Der schematische Aufbau der für Meßwertübertragung vorgesehenen Sender und Empfänger ist im Bild 3 erkennbar. Charakteristische Bauelemente sind die im infraroten Bereich strahlende Lumineszenzdiode (LED) und die das Signal empfangende Fotodiode (FD). Mit infrarotem Licht können aufgrund der großen Bandbreite große Informationsmengen übertragen werden. Durch einen Analog-Digital-Umsetzer in der Eingangsstufe können verschiedene Meßwertaufnehmer – bei Einhaltung der vorgegebenen Spannungspegel – eingesetzt werden. Das empfangene Signal wird aufbereitet und direkt einem Mikrorechner zur Informationsverarbeitung zugeleitet.

Von entscheidender Bedeutung für die erzielbare Reichweite sind die Strahlungsleistung der LED, die Empfindlichkeit der FD, die Umgebungshelligkeit und vor allem die Strahlungscharakteristik des Senders. Das ist bei einer Befestigung am Tier zu beachten (Bild 4). Das benutzte Tragegestell muß eine feste Arretierung des Strahlers am Tier garantieren. Außerdem muß der Sender (Strahler) vor Staub, Schmutz, Feuchtigkeit und mechanischer Beschädigung geschützt werden. Das Empfangselement wird an der Decke angebracht. Genügt bei der Anbindehaltung durch den begrenzten Bewegungsraum ein Empfangselement, so müssen bei der Laufstallhaltung mehrere eingesetzt werden.

4. Zusammenfassung

In Anlagen der Tierproduktion ist eine drahtlose Informationsübertragung der drahtgebundenen häufig überlegen. Ziele bzw. Objekte derartiger Übertragungen sind der Mensch, das Tier, die Güter (Stoffe), bewegliche Anlagenteile oder Fahrzeuge. Bei der Realisierung sind vielfältige Möglichkeiten gegeben. Die Auswahl eines geeigneten Verfahrens, die Auswahl des Trägers und die Gestaltung der Geräte richten sich nach der konkreten Aufgabenstellung. An je einem Beispiel wurden die funktentechnische, die induktive und die infrarote Übertragung näher untersucht. Mit Hilfe der Mikroelektronik lassen sich in allen Fällen einfache und leistungsfähige Geräte aufbauen. Die große Bandbreite bei dem infraroten Träger läßt die Übertragung von großen Informationsmengen zu. Zur Informationsauswertung können die Informationsübertragungsein-

Fortsetzung auf Seite 29

Bild 3. Sende- und Empfangseinrichtung für infrarote Strahlung;

- a) Sender (1 Wandler, 2 LED)
b) Empfänger (3 Fotodiode)

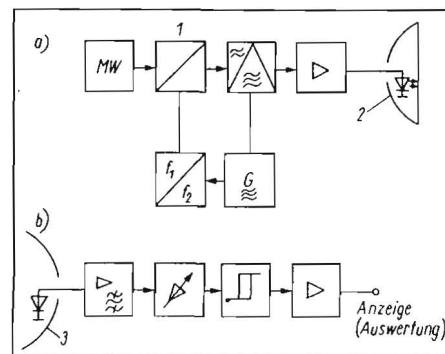
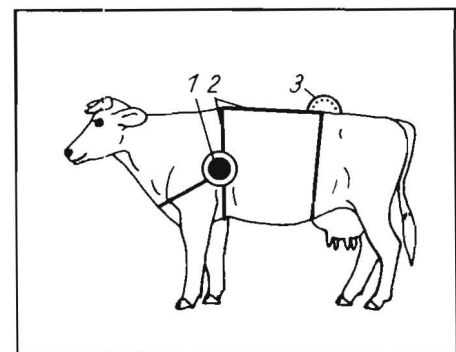


Bild 4. Tier mit Tragegestell für infrarote Übertragung;

- 1 Gerät- und Batteriehalter, 2 Tragegestell, 3 Strahler (Sender)



Fest-Flüssig-Trennung von Gülle mit der Bürstensiebschnecke

Dr.-Ing. W. Reimann, KDT, Institut für Düngungsforschung Leipzig/Potsdam der AdL der DDR
 Dipl.-Ing. K.-H. Joch, KDT/Dipl.-Ing. R. Müller
 VEB Kombinat Rationalisierungsmittel Pflanzenproduktion Sangerhausen

Die verwendete Bürstensiebschnecke ist ein Trogschneckenförderer mit den Grundabmessungen des Typs A250 × 4500 (Schneckendurchmesser 250 mm, Schneckenlänge 4500 mm). Der Trogboden ist mit Siebsegmenten aus nichtrostendem Stahl ausgelegt. Am äußeren Durchmesser der im Trog eingebauten Förderschnecke befinden sich elastische Abstreichelemente (Bilder 1 und 2). Die Gülle wird am Einlaufstutzen dem Trog zugeführt und mit Hilfe der Förderschnecke bei gleichzeitiger Abscheidung der flüssigen Phase durch die Sieböffnungen zum Feststoffaustrag transportiert. Die flüssige Phase wird mit Hilfe einer sich unterhalb der Siebfläche befindenden Auffangwanne mit Ablaufstutzen abgeführt. Neben der kontinuierlichen Siebreinigung bewirkt die spezielle Anordnung der Abstreichelemente eine Erhöhung bzw. Verminderung der Fördergeschwindigkeit und damit eine Veränderung der Verweilzeit des Feststoffs im Trennaggregat. Bei einer Antriebsleistung des Aggregats von 2,2 kW beträgt der Durchsatz in Abhängigkeit von der Gülleart und den Einsatzbedingungen bis zu 65 m³/h.

Verfahrenstechnische Einsatzbedingungen

Die Bürstensiebschnecke wird als Trennaggregat zur Abtrennung von Feststoffen aus Rinder- und Schweinegülle eingesetzt. Sie gehört zur Gruppe der Siebtrennaggregate und weist somit deren relativ geringen Abscheidegrad auf.

Die Einsatzbedingungen sind in Schweinemastanlagen mit Spül- oder Fließkanalentmischung, in Schweinezuchtanlagen sowie in Rindermastanlagen gegeben. In diesen Anlagentypen wurden die erforderlichen Untersuchungen durchgeführt. Der Einsatz in weiteren Anlagenbereichen steht noch aus. Die Aufstellung der Bürstensiebschnecke bedingt einen umbauten Raum bei gleichzeitiger Ausschaltung der Frostgefahr sowie ausreichender Be- und Entlüftung zur Einhaltung der erforderlichen Werte der maximalen Arbeitsplatzkonzentration (MAK-Werte) von Schadgasen. Eine Freiluftaufstellung des Aggregats erfordert durch witterungsbedingte Einsatzbeschränkungen Mehraufwendungen für die Inbetriebnahme bei Frost. Die Bürstensiebschnecke ist aus trenntechnischer Sicht mit dem in der Güllewirtschaft bereits bekannten Bogensieb mit Vibrator vergleich-

bar. Für die Bürstensiebschnecke ergeben sich bei ihrem Einsatz jedoch Vorteile, die durch folgende Punkte gekennzeichnet sind:

- Möglichkeit der Reduzierung des umbauten Raums
- Senkung des Energieverbrauchs für Heizung und Lüftung
- Erhöhung der Funktionssicherheit des Aggregats durch eine bessere Anpassung an

die Zuführbedingungen der Gülle
 – Verbesserung der Arbeitsbedingungen für das Bedienpersonal durch ein weitestgehend geschlossenes gülleführendes System.

Beim Einsatz des Bogensiebs ergeben sich nur noch Vorteile bei einer Freiluftaufstellung entsprechend den standortlichen Gegebenheiten sowie durch die einfache Bauform des Aggregats ohne Verwendung

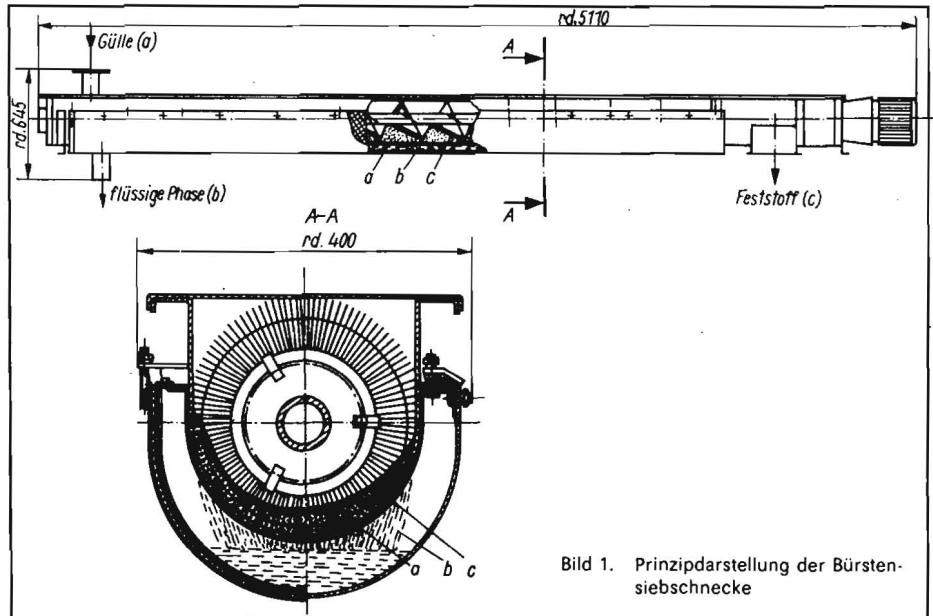


Bild 1. Prinzipdarstellung der Bürstensiebschnecke

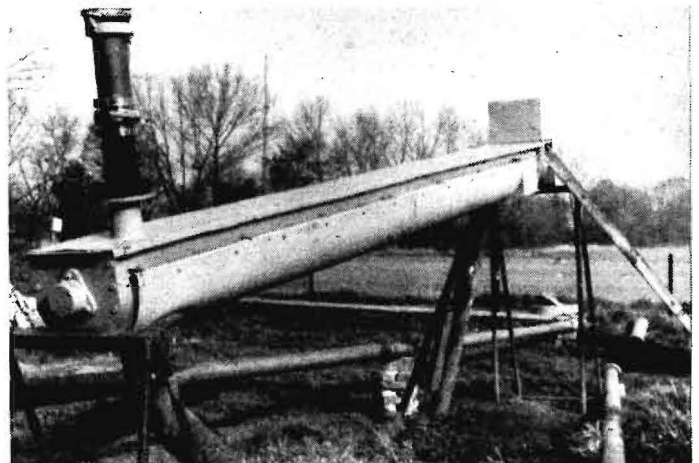


Bild 2
 Versuchsaufbau zur Fest-Flüssig-Trennung von Gülle mit der Bürstensiebschnecke

Fortsetzung von Seite 28

richtungen mit Mikrorechnersystemen gekoppelt werden.

Literatur

- [1] Rösse, D.: Ausgewählte Empfehlungen zum rationalen Einsatz von Energie und Material in der Tierproduktion. agrartechnik, Berlin 33 (1983) 5, S. 224–227.
- [2] Lübcke, J.; Peukert, S.: Einsatzprobleme von Sensoren in der experimentellen Agrarforschung. agrartechnik, Berlin 34 (1984) 6, S. 268–270.

- [3] Hömke, R.: Untersuchung zur Kauschlaghäufigkeit bei der Aufstallung mit Grabnerkette. IH Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1983 (unveröffentlicht).
- [4] Börnert, D.: Leitfaden der Biotelemetrie. Jena: Gustav Fischer Verlag 1974.
- [5] Stornowski, K.: Entwicklung und Aufbau eines induktiven Meßfühlers für die automatische Steuerung von Stallarbeitsmaschinen. IH Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1984 (unveröffentlicht).
- [6] Rosenberg, W.: Drahtlose Meß- und Steuerungssignalübertragung bei fahrbaren Landmaschinen. IH Berlin-Wartenberg, Dissertation A 1984 (unveröffentlicht).

- [7] Rosenberg, W.; Oertel, M.; Mitzinger, J.: Telemetrische Messung von Kettenzugkräften. IH Berlin-Wartenberg, Abschlußbericht 1981 (unveröffentlicht).
- [8] Rasniewski, H.; Wilhelm, R.: Theoretische und experimentelle Untersuchungen mit Förderketten des Rohrkettenförderers. agrartechnik, Berlin 34 (1984) 10, S. 457–458.
- [9] Hempel, T.: Entwicklung und Aufbau eines Gerätes für drahtlose Meßwertübertragung in Anlagen der Tierproduktion. IH Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1984 (unveröffentlicht).